

Instituto de Matemática e Estatística  
Monografia sobre Computação Cognitiva

## SC16 Keynote sobre Computação Cognitiva

**Professor:** Alfredo Goldman vel Lejbman

**Alunos:** Bruno Sesso

Gustavo Estrela de Matos

São Paulo, 23 de Junho de 2017

# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>2</b>
1.1	O que é Computação Cognitiva . . . . .	2
1.2	Vantagens de um Sistema Cognitivo . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Arquiteturas de Sistemas Cognitivo</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>É Possível Construir um Sistema Cognitivo?</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Uso de Computação Cognitiva</b>	<b>7</b>
4.1	No Ambiente Médico . . . . .	7
4.2	No Ambiente Educacional . . . . .	7

# 1 Introdução

Neste trabalho, apresentaremos o conceito de computação cognitiva e como ela é e pode ser usada em sociedade. Para elaborar esse texto, nos baseamos principalmente na apresentação de Katharine Frase no Super Computing 16 (SC16) . Katharine trabalha desde 2015 com a versão voltada a educação do computador IBM Watson, famoso por competir (e ganhar) o quiz show Jeopardy em 2011.

## 1.1 O que é Computação Cognitiva

Não há atualmente uma definição amplamente usada na literatura que defina computação cognitiva, mas podemos afirmar que um sistema é cognitivo se seu funcionamento e, principalmente, sua lógica se assemelham ao de um cérebro humano. Para que isso aconteça, esses sistemas podem apresentar características como: funcionamento dependente de contexto; aprendizado; interação por meios naturais como fala e visão; entre outros. Portanto, para se desenvolver um sistema cognitivo é necessário utilizar conceitos de diversas áreas da computação, como: aprendizado de máquina, processamento de linguagens naturais, processamento de sinais, etc.

O Computador IBM Watson é um exemplo de sistema cognitivo, capaz de ouvir, interpretar e responder perguntas, o computador ficou famoso em 2011 depois de participar e ganhar de humanos em uma edição do jogo de respostas e perguntas Jeopardy. Outros exemplos de sistemas cognitivos são o Amazon Echo e Google Home, que tem intuito de se tornar assistentes em residências, capazes de fazer tarefas como reproduzir músicas e controlar dispositivos inteligentes através de comandos de voz.

Um fator comum em sistemas cognitivos como Watson é o grande porte computacional. O computador da IBM é formado por um cluster de 90 servidores IBM Power 750 e por 16 terabytes de memória RAM. Já o Google Home e Amazon Echo rodam em máquinas da nuvem da respectiva empresa.

Katharina Frase resume um sistema cognitivo em quatro pontos principais:

- **Entendimento:** o sistema deve ser capaz de entender seres humanos de maneira na-

tural, isto é, o usuário deve se comunicar com o sistema da mesma maneira que se comunica com outros humanos.

- **Raciocínio:** o sistema deve ser capaz de fazer implicações lógicas e inferir verdades a partir de dados coletados.
- **Aprendizado:** o sistema deve ser capaz de usar os dados processados para aprender. Por exemplo, se um usuário com uma casa inteligente nunca toma café em dias chuvosos, então o sistema deve ser capaz de inferir que o usuário não tomará café em um dia de chuva.
- **Interação:** o sistema deve interagir com o usuário de forma fácil e natural.

## 1.2 Vantagens de um Sistema Cognitivo

O cérebro humano é, apesar de pouco entendido, limitado em alguns aspectos que podem ser melhor tratados por uma máquina. A primeira limitação humana é não conseguir muitas tarefas ao mesmo tempo. Tente, por exemplo, fazer duas ou três contas simples ao mesmo tempo; se você demorou um segundo, saiba que a quantidade de operações que um computador como o Watson fez nesse tempo é da ordem de  $10^{12}$ . Outra limitação é na memorização de informação: enquanto você precisa escutar uma música diversas vezes para decorar uma letra, um computador precisa de apenas uma.

Além dessas limitações mais explícitas do nosso cérebro, existem outras limitações mais sutis que não costumamos perceber. A mais recorrente delas é o viés de confirmação: preferimos consumir informações que são consistentes com o que já sabemos. Um exemplo desse viés são as superstições; se uma pessoa acredita em uma superstição ela costuma lembrar só de quando a ela funcionou, e esquecer quando ela não funcionou. Outro exemplo forte do viés de confirmação está na insatisfação de times de futebol com árbitros; apesar de maior parte dos jogos ocorrerem erros para ambos os lados, os times costumam se lembrar apenas dos erros que aconteceram contra o seu próprio time, confirmando a sua ideia de que existe algum favorecimento para o adversário.

Um sistema cognitivo pode ser capaz de contornar esses problemas, porque é capaz de processar uma grande quantidade de dados sem ter nenhum tipo de viés. Portanto, desde que os dados sejam bem estruturados e com pouco ruído, um computador cognitivo é capaz de aprender tanto quanto ou até mais do que um humano. Infelizmente, apesar de gerarmos muitos dados atualmente, existem muitas coisas que não geram dado algum ou produzem dados pouco estruturados e com ruídos.

## 2 Arquiteturas de Sistemas Cognitivo

Como dizemos anteriormente, sistemas cognitivos como o IBM Watson, são máquinas de grande porte, caras e que consomem muita energia. Isso acontece porque os algoritmos que promovem a cognição na máquina são complexos e dependem do processamento de muitos dados. Porém, como seria nosso cérebro capaz de realizar atividades parecidas, com melhor desempenho e consumo muito menor de energia? Não sabemos, mas isso evidencia que nosso modelo computacional pode não ser o melhor para criar (simular) a cognição.

Porém, quando tentamos simular o cérebro humano, caímos em um problema comum em qualquer tipo de simulação: qual nível de detalhes utilizar? Se usarmos um modelo muito abstrato, longe da realidade do cérebro, é provável que obtenhamos resultados inconsistentes com a realidade. Por outro lado, uma simulação muito detalhada facilmente tornaria-se computacionalmente intratável, até mesmo para cérebros de animais mais simples; o cérebro de um rato, por exemplo, tem por volta de  $10^{12}$  sinapses, e se usássemos 1 byte para representar cada uma delas, precisaríamos de 1 TB de memória.

Diferentes ramos da ciência que estudam o cérebro usam diferentes resoluções, porém é bem aceito que o neurônio seja usado como um objeto básico na maioria dessas áreas. A IBM acredita nesse nível de resolução e pensando em criar uma máquina mais similar ao cérebro, tanto em sua estrutura quanto em seu "algoritmo", ela desenvolveu o chip TrueNorth.

O chip TrueNorth implementa em hardware uma rede neural programável, e possui 4096 cores, cada um deles simulando 256 neurônios, com 256 sinapses cada um, totalizando por volta de 268 milhões de sinapses em um chip. O número de transistores nesse chip é de 5,5

bilhões, e na época de seu lançamento era o chip com maior número de transistores já feito. Além disso, o consumo desse chip é de 70 mW, enquanto o Watson consome 20 kW, ou seja, uma diferença da ordem de  $10^6$  W.

A IBM ainda trabalha na criação de um ambiente para programação do TrueNorth e garante que o chip é capaz de resolver diversos problemas de visão, áudio e aprendizado de máquina no geral. Porém, a própria empresa afirma que o chip ainda não é uma solução para substituição do modelo de von Neumann, e sim um co-processador. Usando uma analogia com o próprio cérebro humano, a IBM afirma que a arquitetura clássica pode ser vista como o lado esquerdo do cérebro, responsável por cálculos, enquanto o TrueNorth pode ser visto como o lado direito, sensorial e reconhecedor de padrões.

### **3 É Possível Construir um Sistema Cognitivo?**

## **4 Uso de Computação Cognitiva**

### **4.1 No Ambiente Médico**

### **4.2 No Ambiente Educacional**



## Referências

- [1] Video: SC16 Introduction and Keynote Katharine Frase. Acessível em: [https://www.youtube.com/watch?v=s0KzMK\\_rh\\_g&t=1483s](https://www.youtube.com/watch?v=s0KzMK_rh_g&t=1483s)